

北京工业大学耿丹学院

毕业设计（论文）

题目：新型自行车结构设计

姓 名 司 威

系 名 机械工程系

专 业 机械设计制造及其自动化

指导教师 李永军

日 期 2011年5月

诚信承诺

本人司威声明，本论文及其研究工作是由本人在导师指导下独立完成，论文所利用的一切资料均符合论文著作要求，且在参考文献中列出。

签名：_____日期：2011年5月

摘 要

新型自行车结构的研发设计是自行车生产商提高市场竞争力的关键,但生产厂商主要在制造及管理过程中追求利润,不注重产品的创新,在产品的研发设计上与国际水平有着较大的差距。自行车产品设计的发展趋势应该是多品种、小批量、个性化的生产。在新产品的开发与研制中,创新的作用举足轻重且极富挑战性。越来越多的国内外人士已将目光投向产品创新与技术创新这一领域。本文以自行车结构为设计对象,首先归纳了相关的创新思维和创新设计的理论及方法,分析了现代自行车的主要形式,为自行车创新设计奠定了理论基础。并介绍了新型自行车结构的设计过程,从人机工程学的角度,考虑自行车车架造型的创新设计。并在人机工程学和机械设计的基础上,采用了基于坐标尺寸的参数化设计,较好地解决了自行车车架设计中结构和形状上的问题。

关键词: 自行车车架; 人机工程; 创新设计

Abstract

Structural design of new bicycle manufacturers to improve market competitiveness is the key, but the main manufacturers and management in the manufacturing process of the pursuit of profit, do not focus on product innovation, product design and structural has a large gap between international standards. Bicycle product design development should be more variety, small-volume, personalized production. In new product development and research, innovation and plays an important role challenging. More and more people have looked at home and abroad to invest in product innovation and technological innovation in this area. In this paper, the structure of design objects bicycle, first summarized the relevant creative thinking and innovative design theory and methods to analyze the main form of the modern bicycle, the bicycle has laid a theoretical foundation innovative design. And introduction the structure of the new bike design process, from the ergonomics point of view, considering the innovative shape of bicycle frame design. And ergonomics and mechanical design, based on size using the parameters based on coordinate design, can solve the structural design of bicycle frame and shape problems.

Key Words: bicycle frame; ergonomics; innovative design

目 录

摘 要	I
Abstract	II
第 1 章 绪论	1
1.1 设计新型自行车结构的意义	1
1.2 自行车行业的发展情况	1
1.3 自行车的分类	1
1.4 自行车的优缺点	5
1.5 自行车的基本构件	5
第 2 章 新型自行车结构设计的方案确定及理论基础	6
2.1 新型自行车结构的方案确定	6
2.1.1 方案一	6
2.1.2 方案二	6
2.2 新型自行车设计的人机工程学	6
2.2.1 自行车的人机工程学	6
2.2.2 自行车设计中的人机要素分析	7
2.3 座椅的人机工程学	8
2.4 自行车车架的基本部件名称	10
第 3 章 坐骑式自行车结构设计过程	11
3.1 坐骑式自行车的优缺点	11
3.2 车架大体高度的确定	12
3.3 车圈尺寸的确定	13
3.4 骑行中的座椅高度	13
3.5 中轴高度的选取	14
3.6 自行车曲柄尺寸的选择	15
3.7 自行车后减震器	15
3.8 自行车减震悬臂前插	16
3.9 确定前管角度	17
3.10 计算前中轴距	18
3.11 确定下管角度	19
3.12 确定座管角度	20
3.13 计算重心确定中后轴距	21

目 录

3.14 设计总装图.....	23
结 论.....	24
参考文献.....	25
附 录.....	26
致 谢.....	38

第 1 章 绪论

随着社会的发展人们对自行车这一代步工具有了新的要求，自行车的方便灵活、高速省力、免维修是消费者的基本要求，然而新型结构自行车的舒适性与新颖的外观正好可以满足消费者更高的要求。

1.1 设计新型自行车结构的意义

国内自行车产业形成了以民营企业为主体组成的规模巨大的集聚产业体系，整体面貌和技术水平得到显著提升，通过自主创新又派生出规模巨大的新兴电动自行车产业，中国迅速成长为世界最大的自行车与电动自行车产业基地。但是，从世界自行车产业发展总体格局上衡量，我们的产业发展依然处于只大不强的局面，主要表现在我们的民营企业还没有足够的资本和技术研究开发新型结构的自行车能力；在产业发展状态上，存在重产能、轻研发的问题，在今后的发展中，自行车企业只有自主创新，开发新型结构的自行车才能加快适应国内外市场，才有可能更好的发展。

1.2 自行车行业的发展情况

我国自行车产业今后将有以下几方面的发展趋势：我国自行车产销量保持在现有水平并略有增长，出口产品质量有所提升。全球自行车每年 1.1 亿辆的需求量没有改变^[1]。全球没有一个与我国相同规模的生产自行车的国家或地区，所以，我国的生产量不可能很快下来。自行车产业将有大的结构性调整。从产业布局上看，国际上已经出现了两次大的自行车行业的产业转移：第一次从美国、日本向我国台湾转移；第二次从我国台湾向我国的沿海地区转移；现在是第三次转移，从我国的沿海地区向西部、中部地区转移，转移的目的主要是求得更低的固定成本和经营成本，其过程和影响值得长期关注^[2]。

1.3 自行车的分类

按照使用者的不同需求，自行车可分为以下九类^[3]。

1.公路自行车 (**Road bicycle**) 用来在平滑公路路面上使用的车种。(见图 1-1)



图 1-1 公路自行车

2.场地自行车 (**Track bicycle**) 在室内极其平滑的赛道上使用的自行车。(见图 1-2)



图 1-2 场地自行车

3.山地自行车 (**Mountain bike**) 设计为骑乘于山区的车种。(见图 1-3)



图 1-3 山地自行车

4.速降自行车（Down Hill bike）速降自行车，也称落山自行车。（见图 1-4）



图 1-4 速降自行车

5.斜躺自行车（Recumbent）半躺式的公路自行车。（见图 1-5）



图 1-5 斜躺自行车

6.旅行自行车（Touring bicycle）由公路自行车发展而来的车种。（见图 1-6）



图 1-6 旅行自行车

7.越野公路自行车（**Cross-country cycling**）可以在公路上实现较高速度（见图 1-7）



图 1-7 越野公路自行车

8.双人/多人自行车（**Tandem bicycle**）由两人以上协同出力的车种。（见图 1-8）



图 1-8 多人自行车

9.折叠自行车（**Folding bicycle**）是为了便于携带与装进车内而设计的车种。（见图 1-9）



图 1-9 折叠自行车

1.4 自行车的优缺点

在科技日益发达的今天人类发明了诸多的代步工具，其中自行车的历史最为悠久。自行车和其他代步工具相比优缺点很显然。自行车的优点是价格低廉、灵活、方便、低碳、健身。自行车的缺点是速度慢、耗费人力大、不遮风挡雨。然而在代步工具的舞台上自行车还会不断被改进，不断被创新。

1.5 自行车的基本构件



图 1-10 自行车基本部件图

自行车的车架、轮胎、脚踏、刹车、链条等 20 个基本部件（见图 1-10）都有其重要作用缺一不可^[4]。其中，车架是自行车的骨架，它所承受的人和货物的重量最大。按照各部件的工作特点，大致可将其分为导向系统、驱动系统、制动系统：

- 1、导向系统：由车把、前叉、前轴、前轮等部件组成。乘骑者可以通过操纵车把来改变行驶方向并保持车身平衡。
- 2、驱动（传动或行走）系统：由脚踏、中轴、链轮、曲柄、链条、飞轮、后轴、后轮等部件组成。人的脚的蹬力是靠脚踏通过曲柄，链轮、链条、飞轮、后轴等部件传动的，从而使自行车不断前进。
- 3、制动系统：它由车闸部件组成、乘骑者可以随时操纵车闸，使行驶的自行车减速、停使、确保行车安全。

此外，为了安全和美观，以及从实用出发，还装配了车灯，支架等部件。

第2章 新型自行车结构设计的方案确定及 理论基础

新型自行车结构的创新设计就要将创新思想和所学的理论知识相结合，对于自行车结构而言就要从人机工程学和机械设计学的角度考虑，对自行车骑行时的舒适度加以改进。

2.1 新型自行车结构的方案确定

结合人机工程学，改变人在骑行中的身体姿势的方案有如下两中：

2.1.1 方案一

躺骑式自行车：能让人体处于斜躺式骑行姿势的自行车。

2.1.2 方案二

坐骑式自行车：以坐姿骑行的自行车。

两种方案都是结合了人机工程学，改变骑行姿势的设计。然而躺骑式的自行车在市场中已有销售，创新改进的空间不大，所以最终选择方案二“坐骑式自行车”。

2.2 新型自行车设计的人机工程学

人与自行车构成了一个完整的工作系统，在考虑如何高效安全地完成工作的同时还要考虑到人与车配合时的舒适感，那么就必须从人机工程学的角度出发去考虑问题。

2.2.1 自行车的人机工程学

人机工程学是研究人和机器及环境的相互作用；研究人在工作生活中如何更安全舒适如何使工作更有效率的科学^[5]。自行车的功能是供人骑行，就发挥自行车的功能作用而言，把人看作自行车的组成部分是完全合理的。因此，人

在骑车时组成了人-车系统，该人-车系统中的人-车界面关系可由图 2-1 来进行分析。

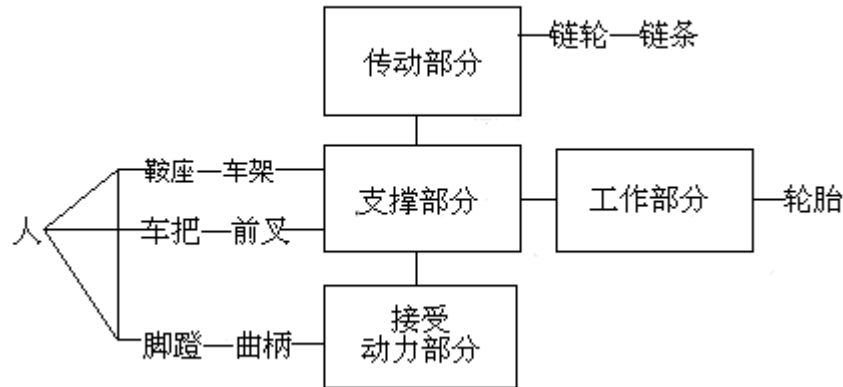


图 2-1 人-车界面关系

2.2.2 自行车设计中的人机要素分析

影响自行车性能的因素除了人的因素外，还有许多机械因素，如图 2-2 所示。为了获得自行车较佳的性能，必须把人的因素与机械因素有机地结合起来，以使人-车协调。为此，着重分析与人体相关的结构要素。

1. 曲柄长度

传统的自行车设计，一般从杠杆原理考虑比较多，对人研究少，认为曲柄越长越有力。曲柄过长后，为了不使脚蹬碰到前泥板，不得不加大中轴至前轴的距离（前心距）。这样势必加长车架，影响了正确的坐车姿势，使人感到臀部痛。若能按人的身高或下肢长来考虑曲柄长度，则可使人省力和舒适。通常曲柄长度的基准，取人体身长的 $1/10$ ，也相当于大腿骨长的 $1/2$ 。^[3]

2. 三接点位置

正确的骑车姿势，是由骑车人和自行车三个接点位置决定的，如图 2-2(a) 中所示的鞍座位置 A、车把位置 B、脚蹬位置 C。按三点调整法，AB 和 AC 约等，一般 $AB = (AC - 3) \text{ cm}$ ，A 点略低于 B 点，约为 5cm。

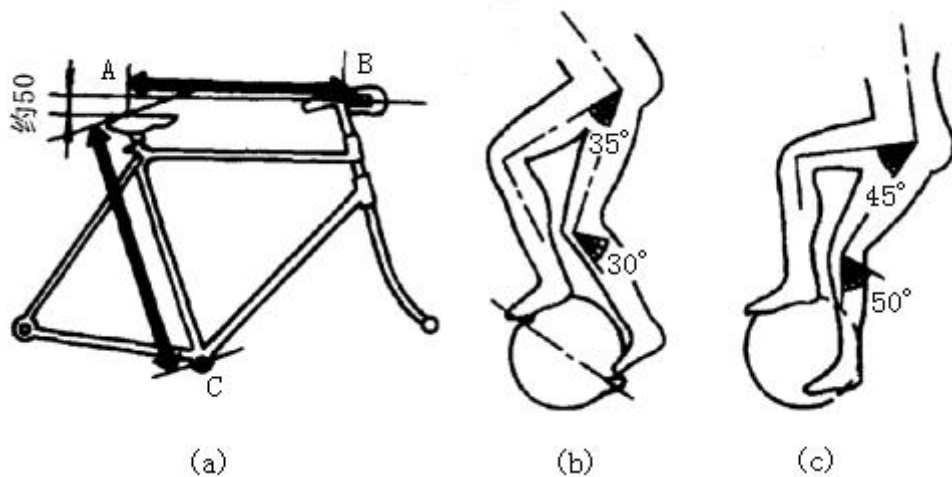


图 2-2 自行车设计的结构要素

3. 鞍座位置

鞍座装得过低，骑行时双脚始终呈弯曲状态，腿部肌肉得不到放松，时间长了就会感到疲软无力；鞍座装得过高，骑行时腿部的肌肉拉得过紧，脚趾部分用力过多，双脚也容易疲劳。骑车时适当的用力部位是脚掌。设计或校正鞍座位置高低最常用的方法，是使手臂的腋窝部位中心紧靠鞍座中部，使手的中指能触到装配链轮的中轴心为宜。人体各部尺寸都有一定的联系，只要腋窝中心至中指的长度确定下来，鞍座高度便可大致确定。行驶较快的车，鞍座位置要向前移动，行驶较慢的车，鞍座位置要向后移动，否则都不利于骑行，如图 2-2 (b)、(c) 所示。

2.3 座椅的人机工程学

设计坐骑式自行车结构，就要从人体骑行时的坐姿开始。不同的尺寸角度都会影响到骑行时的舒适度，所以借助人机工程学上的工作座椅结构尺寸（见图 2-3），来加以改进新型自行车车架的结构设计。

2.4 自行车车架的基本部件名称

自行车结构看似简单，但是每一个部件的尺寸角度都有其重要作用。下面着重介绍有关自行车车架设计中重要的部件角度及尺寸作用。由于本次课题设计的坐骑式自行车与单梁电动自行车车架结构相似，所以各部件名称及位置见图 2-5

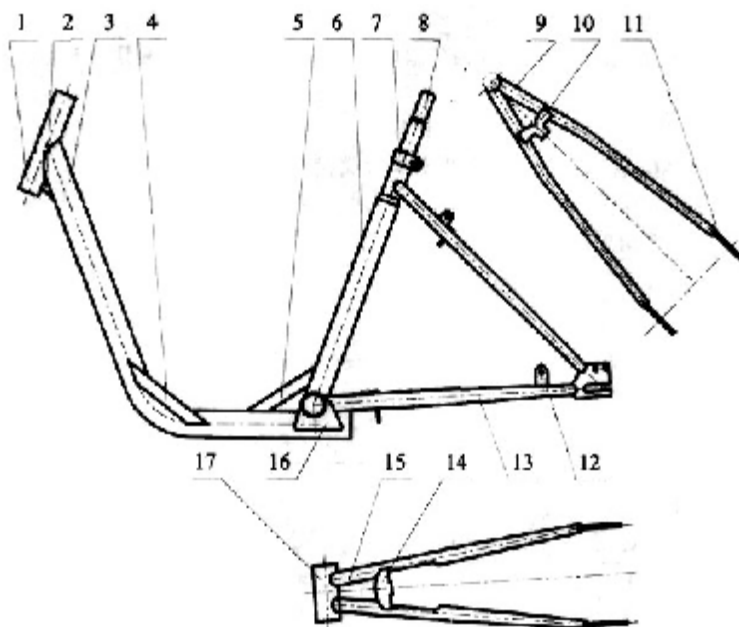


图 2-5 单梁电动自行车车架

1-前管；2-上加强板；3-下管；4-下加强管；5-后加强管；6-立管；7-后接头；8-鞍管；9-立叉；10-立叉小板；11-平叉接片；12-链罩支架；13-钢绳定位套；14-平叉小板；15-平叉；16-中接头连接片；17-中接头^[6]

第3章 坐骑式自行车结构设计过程

从确定坐骑式自行车的设计概念以后，以众多理论知识为依据，以现代二维平面设计为工具，将问题和已知数据坐标参数化，解决了每一个结构上出现的问题。

3.1 坐骑式自行车的优缺点

坐骑式自行车因其区别于直立式自行车的骑行姿势，使其相比之下有更多的优越之处：

1. 较直立式自行车的速度

坐骑式自行车的骑行速度可以接近同价格的运动型公路车，能比较轻松的保持 25—30 公里/小时的速度，在北京人少的道路上可以保持 37—42 公里/小时，曾经瞬间最高速度已经达到 55 公里/小时。

2. 较直立式自行车舒适性提高了很多，真正的提高了骑行的舒适感

坐骑车在骑行时，如同坐在座椅上，不仅完全坐着，并且可以放松的靠在其靠背上面。

这样的骑行姿势使得裆部、手腕不会受到恼人的压迫而引起的不适与疼痛，对于骑公路车、山地车的人来说还同时解决了脖子疼痛的问题。尤其在长途骑行时更能突显其舒适的骑行感觉。

3. 较直立式自行车更安全可靠，视野更好

直立式自行车要么顾了前方的，要么顾了眼前的，坐骑式自行车的骑行姿势使得在骑行时的视野更开阔，不自觉的会看到至少 5 米以外的东西，可以提前了解前方的路况，近处就不看了，在十字路口停车时，直立式自行车通常只放一个脚在地上，偏一边的 3 点接触；这款车可以更快的更轻松的将双脚放在地上，4 点接触，这样更稳定更安全。

4. 摔车时，较直立式自行车摔得轻

直立式自行车摔车时因人体各关节离地距离相比斜躺车高，所以会摔得重，而且会摔到好多个关节部位，你有手撑的机会，就可能骨折，还会摔到脸，一般要一周到数周时间恢复。坐骑式自行车即便紧急刹车或出现严重的撞击，也不会出现如普通自行车那样向前翻车！最多不过是脚受伤，而不是头部受伤！从而大副度提高了安全的效果。因为臀部离地低了很多，所以也不会摔得很重

5. 较直立式自行车的刹车效果更好

坐骑式的座椅较直立式自行车的高度降低了不少，加上舒适的骑行姿势而且还后移了重心，这样使得刹车效果也优于直立式自行车。因为大副提高了舒适度，所以特别适合长途骑行。

坐骑式自行车的缺点：

坐骑式自行车的骑行姿势使得车身不会很短，车身偏重，当然档次决定分量相比直立式自行车灵活性会稍差些，当然也和控车能力有关，平衡不是问题，总而言之，坐骑式自行车能够得到了更多的骑行乐趣。

3.2 车架大体高度的确定

通过测量人体大腿加小腿的人均长度（见图、表 3-1），可大体确定车身的本高度，之后根据选定的标准车圈尺寸以及减震器行程距离和工作状态的人机工程尺寸确定准确的工作高度和静态高度。

表 3-1 人体立姿主要尺寸



测量项目	男 (18-60岁)								女 (18-55岁)							
	百分位数								百分位数							
	1	5	10	50	90	95	99	1	5	10	50	90	95	99		
1.1 身高	1543	1583	1604	1678	1754	1775	1814	1449	1484	1503	1570	1640	1659	1697		
1.2 体重/kg	44	48	50	59	70	75	83	39	42	44	52	63	66	71		
1.3 上臂长	279	289	294	313	333	338	349	252	262	267	284	303	302	319		
1.4 前臂长	206	216	220	237	253	258	268	185	193	198	213	229	234	242		
1.5 大腿长	413	428	436	465	496	505	523	387	402	410	438	467	476	494		
1.6 小腿长	324	338	344	369	396	403	419	300	313	319	344	370	375	390		

计算平均值：（男人大腿长度加小腿长度的 50%+女人大腿长度加小腿长度的 50%）
 $/2 = (465+369+438+344) / 2 = 808\text{mm}$ ，即大腿加小腿的人均长度为 808mm，所以车身的整体高度大致定为 808mm。

3.3 车圈尺寸的确定

车圈尺寸的选择依靠平均人体大小腿的长度，并且考虑到后减震器和电动自行车的电机轮的最大直径，所以选择尺寸最接近 808mm 的 24#车圈轮胎外径尺寸 620mm——630mm。（见表 3-2）

表 3-2 外胎尺寸

外胎尺寸	外胎周长	直径	外胎尺寸	外胎周长	直径
16x1.75x2	1272	404	26x2.125	2133	678
20x1.75x2	1590	506	26x1 3/8	2105	670
24x1 3/8A	1948	620	26x1 3/8x1 1/2	2086	663
24x1.75x2	1907	627	26x3/4	1954	621
26x1	1973	628	26x2.1	2090	665
26x1.5	2026	644	27x1 1/4	2199	699
26x1.6	2051	652	27x1 1/4 Fifty	2174	692
26x1.75x2	2070	658	28x1.5	2224	707
26x1.9	2089	664	28x1.75	2268	721
26x1.95	2075	660	28x1 1/2	2265	720
26x2.00	2114	672	28x1 3/8x1 5/8	2205	701

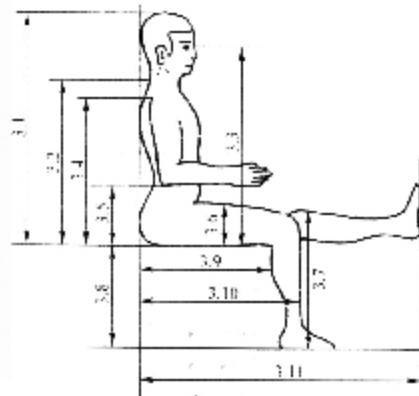
3.4 骑行中的座椅高度

一般来说，座椅面高度与 GB/10000-1988 坐姿人体尺寸中的“小腿加足高”（见表 3-3）接近过稍小时，有利于获得合理的一面体力分布。

计算平均值：（男小腿加足高的 50%+女小腿加足高的 50%）/2=（413+382）/2=397.5mm，即座椅面高度为 397.5mm。

表 3-3 坐姿人体尺寸

测量项目	男：17~60岁										女：16~55岁									
	1	5	10	50	95	95	95	1	5	10	50	90	95	95						
3.1 坐深	235	268	270	315	347	355	372	243	269	274	305	31	301	320						
3.2 坐姿时膝高	544	615	629	657	691	701	710	513	570	587	617	618	657	675						
3.3 坐姿膝高	723	769	791	822	860	847	848	678	690	724	799	812	859	909						
3.4 坐姿肘高	519	557	566	548	611	541	650	574	513	522	550	582	604	619						
3.5 坐姿车高	711	758	765	753	791	758	812	721	715	733	751	777	784	793						
3.6 坐姿小腿高	323	312	316	310	306	311	300	313	311	302	306	301	302	302						
3.7 坐姿足高	441	456	461	457	453	472	470	410	421	431	454	465	482	507						
3.8 坐姿小腿高	372	382	387	412	433	440	463	371	382	390	412	409	412	417						
3.9 坐深	407	421	429	447	485	491	510	386	401	406	431	461	474	489						
3.10 臀宽	499	512	524	554	583	599	613	461	493	502	525	561	570	587						
3.11 坐姿下腿长	490	471	477	467	466	466	463	457	466	472	461	461	471	483						



3.5 中轴高度的选取

中轴高度（见图 3-1）指地面到曲柄轴中心点的垂直高度，它决定了曲柄回旋至最下端时，脚踏板和地面的间距大小。

中轴高度和轴距长度，两者间有着亲密关系。前后轴距愈长，中轴就可以做得越高，而不会造成车子骑过崎岖路面，一路弹跳个不停。相反的，短轴距的自行车就要降低中轴的高度，车子骑起来才平稳。

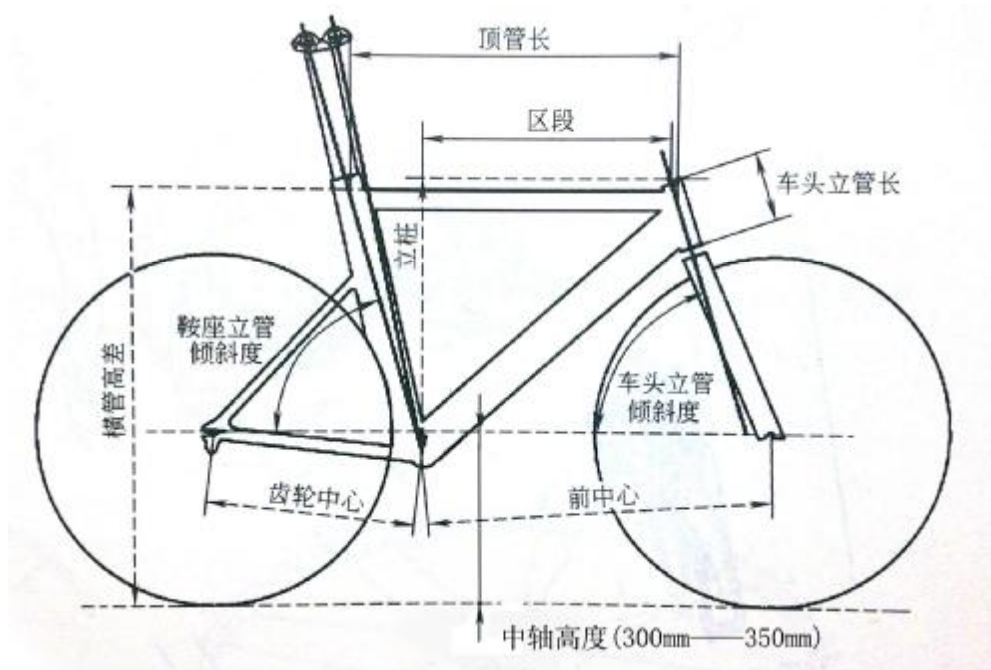


图 3-1 自行车重要尺寸图

中轴高度低的车子，缺少了有效过弯的空间性，当你要加速踩踏，从弯道奔向直路时，脚踏还可能划到地面。中轴高度也决定了整台车子的高度多高。因为骑车人的腿长腿短差别很大，中轴高度的上升、下降都会动到座椅的高度，在大部分情形下，也会牵连车架上管的高度。同样的道理，中轴高度也决定、关系着整台车子的重心。当人猛力刹车或是上下陡坡时，重心高的车子会夸大体重在前后两个轮子间的分配比例。而且考虑到前后全避震车需要比一般车子高一些的中轴高度。因为人坐上全避震车，体重会让避震前叉及后避震同时压缩，压缩行程越多，中轴就愈接近地面，选取较大的中轴高度不仅可以自由更换自行车曲柄的规格，而且不会在过路障时发生磕碰现象，更加适合长轴距的坐骑式自行车。所以选取 350mm 的中轴高度。

3.6 自行车曲柄尺寸的选择

曲柄长度根据个人骑行习惯而定，如果腿上力量比较大，建议用比较长的曲柄，如果注重踩踏频率，建议用比较短的曲柄。

表 3-4 曲柄的选取

腿长	曲柄长
60-65	150
66-70	155
72-75	160
75-78	162.5
79-81	165
82-83	167.5
83-86	170-172.5
87-90	175-177.5
91-94	180

根据 3.1 计算腿长均值尺寸为 808mm，所以根据表 3-4 选取 79cm 到 81cm 的腿长范围，曲柄长度选取为 165mm。

3.7 自行车后减震器

选用外购件规格：上下两空的中心距离 $L=310\text{mm}$ ，弹簧直径 $\phi=11\text{mm}$ ，弹簧最大承受力 $N=1400$ 磅，导向轴 $\phi=12\text{mm}$ ，行程规格 50mm，80mm，100mm，120mm，后下叉角度：65 度。



图 3-2

3.8 自行车减震悬臂前插

选用外购件规格（如图 3-5）：24#轮圈前插，上管长度 250mm，行程 80mm，前管顶端距前轮轴心 600mm。offset=80mm, trail=85mm



图 3-3 外购前叉图

车头角度和前叉的 offset 一起形成了一种叫做 trail 的评量/度量单位。

Trail 愈大愈长，车子愈能够直直的、平稳的往前跑的前进力量越大，trail 愈小，骑车前进的感觉会比较轻盈，下压摩擦力小，前轮的转动也比较灵巧。

所谓的前叉 offset 是指前叉轴和前叉立管/头管两条 虚拟切线的距离，如果你顺着头管中心画切线和地面的交叉点做记号 A，然后再以前轮轴往地面划一条垂直线，得到另一个交叉点 B，这个 B 点正好就是轮胎和地面的接触点，A B 两点的距离就是 trail。Trail 的作用: 因为外胎接触地面的点，是在车头操控转轴的下方, 任何时刻车轮角度远离车子前进的方向，trail 会强迫、引导前轮跟着转轴的方向跑。trail 愈长, 车子的自我校正方向的作用愈好。前叉的 offset 的多少，左右了 trail 的多少。第二方面，更重要的是，前叉的 offset 对车子的操控性也扮演举足轻重的角色。因为轮子的重量及大部分的前叉重量是 offset 在前轮轴的上方和前方的，当你骑车侧斜车身准备转弯，轮重和前叉重反而是掉到这个斜度里面来了。前叉及轮子重量对应 offset 的反应作用，是你打斜车子时，可以进弯的主要原因。而 trail 就是引导车子进弯后又能恢复直线进行的关键。Offset/Trail 须知 Trail 让前轮直直地直线地前进，而前叉的 offset 事关车子/车头的转动、操控灵活度，两者相权的最佳平衡、折衷点是 71° - 70° 的头管角。

3.9 确定前管角度

车头角度（见图 3-6）决定了车子的操控灵活度及稳定性。车头角度越小，就必须出更大力转动车把，前轮才会左右转动。直挺的车头角度 (72°)，感觉起来会比较灵敏，而且车把转起来感觉会比较轻，左右转动比较简单省力。但这样也会导致车子高速中，操控几何的反应太快，增加了轮子左右摆动的不稳定性。低一点的车头角度 (70°)，车把转起来比较重，但车把的左右转控比较可预期，高速骑乘比较好操控。小车头角度可以让短尺寸组合的车架感觉起来较稳定，而长轴距设计的车子，可以藉较直挺的头角，让它的转动速度较迅捷。前避震车配较低的车头角度较好；前后避震车通常用比较直挺一点的头管角度。 71° 是最受欢迎的车头角度，因为这个角度让车子爬坡时，车头旋转的感觉比较轻灵。

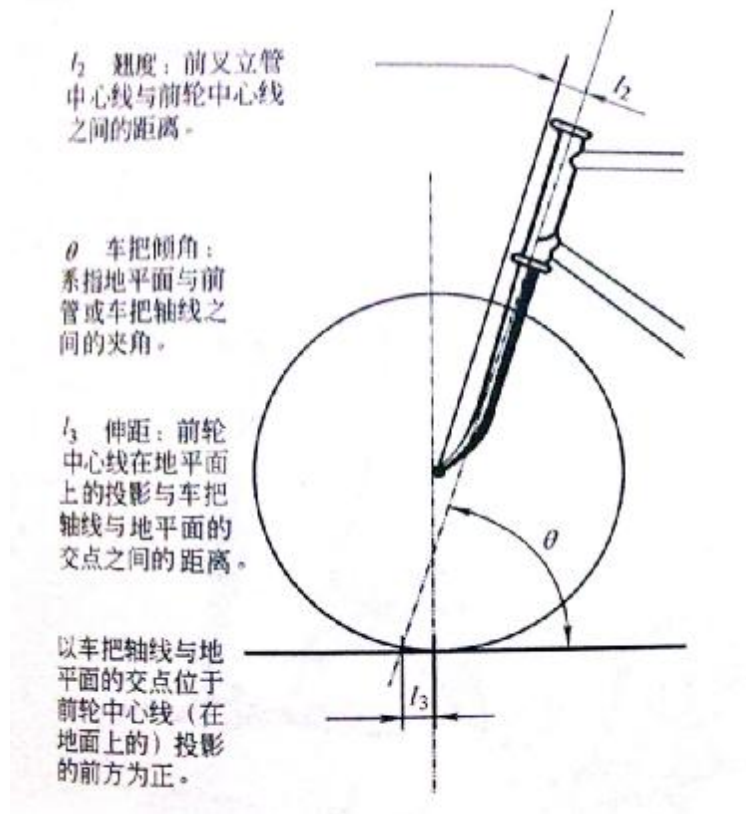


图 3-4 前管角度

3.10 计算前中轴距

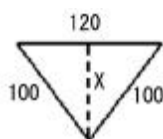
前中轴距=前轮半径+曲柄长度+二分之一足长余量-悬臂长

表 3-5 人体足步尺寸

测量项目	年龄分组		人体足部尺寸													
	百分位数		男 (18-60 岁)							女 (18-55 岁)						
	1	5	10	50	90	95	99	1	5	10	50	90	95	99		
7.1 足长	223	230	234	247	260	264	272	208	213	217	229	241	244	251		
7.2 足宽	86	88	90	95	102	103	107	78	81	83	88	93	95	98		

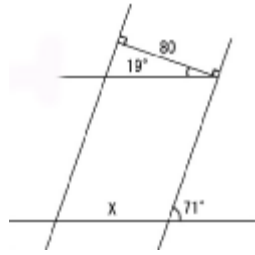
前轮半径 315+曲柄长度 165+足长均值的一般 120=600mm

悬臂长度计算^[8]



$$\sqrt{x^2 + 6^2} = 10^2$$

$$x = 8cm$$



$$x = \frac{80}{\cos 19} = 84.61mm$$

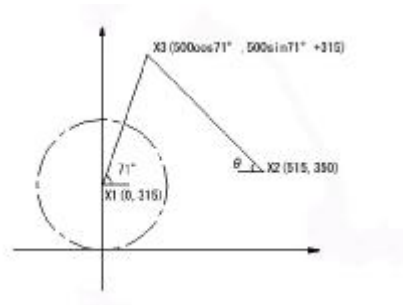
前中轴距=前轮半径+曲柄长度+二分之一足长余量-悬臂前插外伸量

$$\text{前中轴距} = 315 + 165 + 120 - 84.61 \approx 515mm$$

3.11 确定下管角度

下管长度提供手臂的伸展，下管长度的测量是头管上缘水平切线延伸到和座管相交会的长度。

下管角度的确定主要依据中轴的坐标位置和车头前管的的角度，具体计算过程如图 3-8 所示：



点 X_3 ：

$$x = 500 \cos 71^\circ = 162mm$$

$$y = 500 \sin 71^\circ + 315 = 787mm$$

解角度 θ ：

$$\theta = \arctan \frac{y_{x3} - y_{x2}}{x_{x2} - x_{x3}} = \arctan \frac{787 - 350}{515 - 162} = \arctan 1.2$$

$$\theta = 50^\circ$$

下管长度的另一个重要作用是车子的重心分布。下管让人的体重向前移，重心前移到接近前后轴距的中心点位置；短下管则增加车子前端的重量负载^[8]。下管长度最大的变动也只是一英寸之内：如果下管的长度比你适用的正确长度长过一英寸，你的前轮的重量分配就变少了，骑车过弯时，前轮就可能会不易控制而产生滑动；如果缩短超过一英寸，起身立姿踩踏时，膝盖就免不了会碰到手把上的变速器了，而且前轮遭遇了大石头路面及松软的深沙地，就会难以控制了。经过人机工程的尺寸依据计算出下管角度，自然得出下管长度为 529mm。

3.12 确定座管角度

座管角度是指座管向后倾斜的角度，用以补偿骑车人的腿长。当座椅在合适的高度时，腿才可以处于最舒适的伸展状态。

外购中头接片^[9]（见图 3-5）：圆心孔距 42.5，角度 45 度，厚度 3mm

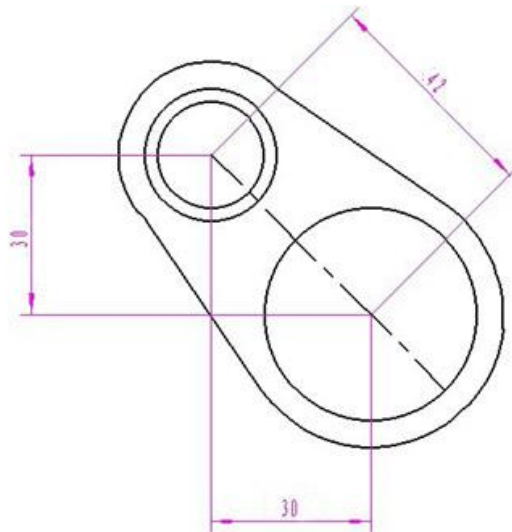
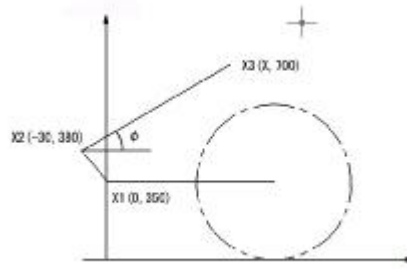


图 3-5 外购中轴接片

根据中头接片尺寸计算下图 X_2 的坐标，如图 3-11 所示根据座管长度和座椅高度确定座管角度。



解角度 ϕ ：

$$\Phi = \arcsin \frac{700 - 380}{808 - 165} = \arcsin 0.497$$

$$\Phi = 30^\circ$$

改变座管角度，会改变一个人座姿骑车的重心分布。向后倾的座管把高个子人原本会偏向前轮的重量往后带了。在这个情形下，后下叉长度必须调整到正确的重心位置。经过确定中轴坐标和车座坐标后计算出后梁角度为 30 度。

3.13 计算重心确定中后轴距

自行车操控最主要的秘诀就是抓出重心位置，以前后轴心与虚拟的重心位置所假想出的三角型，其三角型底部越大，自行车的骑乘感越稳定，而骑车者可随着骑乘姿势的不同，不断移动重心位置，以符合所需总轮距也就是前后两个轮轴之间的距离。

在重心及两个轮轴间连线，画一个想象的三角形，我们就能轻易地看出：轴距越长，三角形底边就愈长，和重心高度配合起来，整个三角形的比例就愈稳固。藉此，你也越能容易了解长轴距之所以需要较短一点的后下叉及高一点的中轴高度，以便有足够的重心移转到后轮去，来增加爬坡的循迹贴地性^[10]。

长轴距的自行车骑行时比较平稳，但转弯会比较慢、比较迟顿(回转半径长)。骑车当中的身体重心的移动，也比较不会影响车子的操控性；在移动座管角度情况下，总轮距长度也会跟着变化，也影响到重心分配的问题。（见图 3-6）

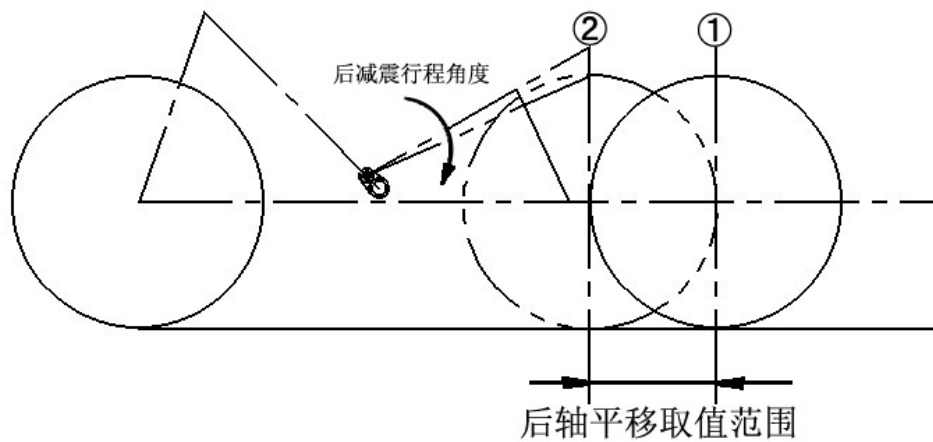


图 3-6 后轴尺寸范围

① 为后梁末端至最低行程并与后轮永无接触时中后轴距最短位置

② 为后梁末端的最低高度刚好等于车轮高度是后轮的位置

经过试验选择：当后梁下行时与后轮边缘不发生接触时的中后轴距为 798.6mm

骑行中人体重心应在前后轴中点靠后，接近后轴 280—310mm 的距离间。所以近视取整后中后轴距为 800mm。（见图 3-7）

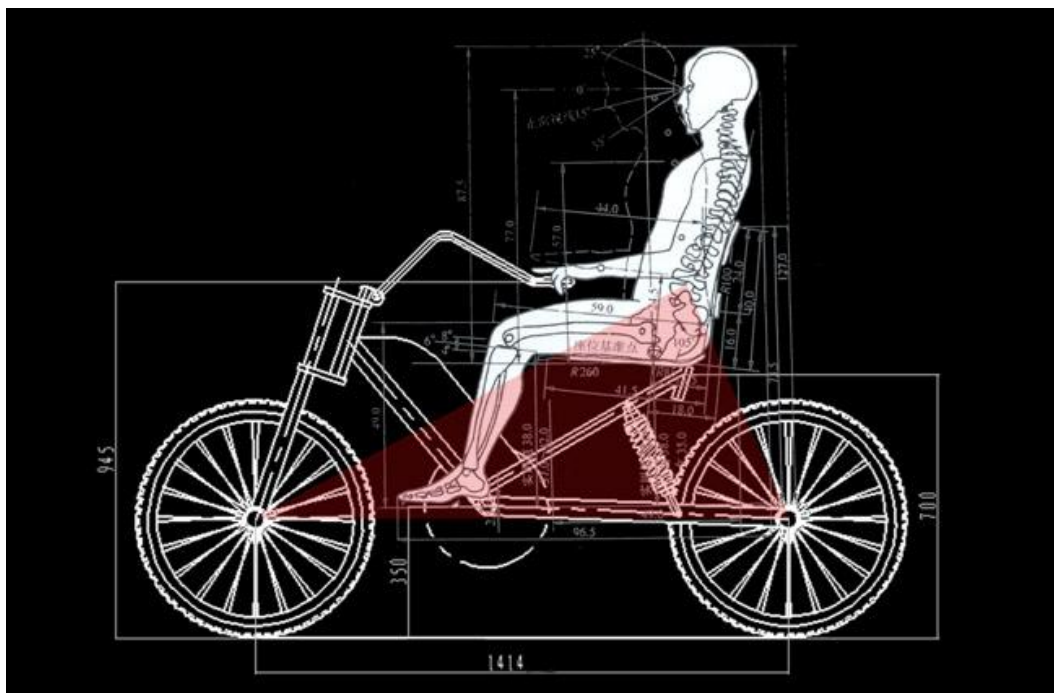
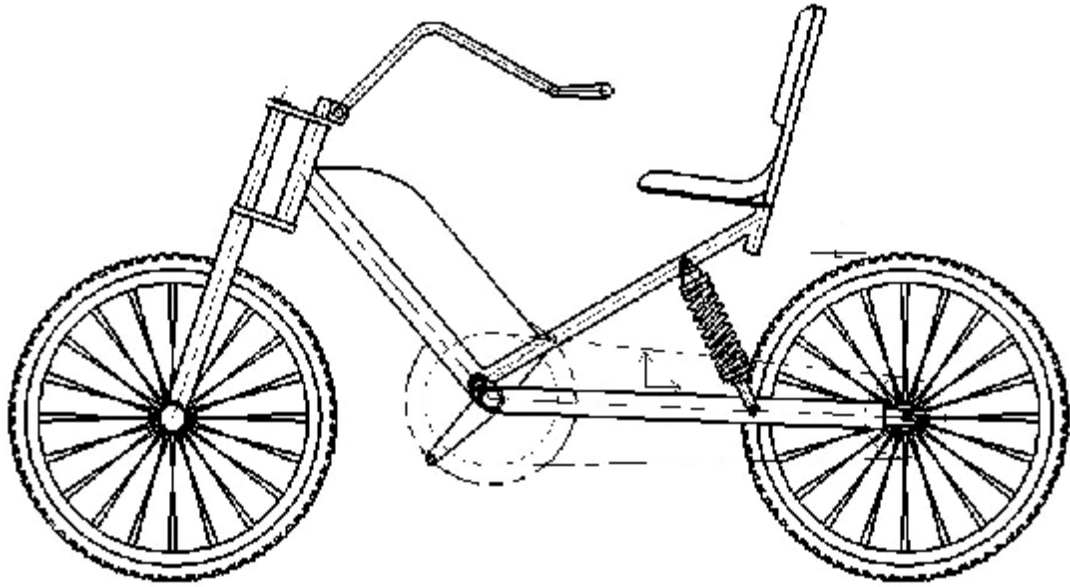


图 3-7 人体重心分布

3.14 设计总装图

自主设计零件有：前管、下管、坐管、后下叉、鞍座管

外购零件有：前叉、车轮、车把、后减震、鞍座、链条、曲柄



结 论

本课题的新型自行车结构设计是基于原本自行车结构的基础上，侧重于人机工程学的座椅体位而加以改进的。这种高躺式的自行车，改变了原本的骑行姿势，将原本集中于臀部的力量分散到腰部，由于将人体重心后移，所以骑行时不用弓着后背，也不用挺直腰肩，脊椎倾斜向后，车把处于自然高度，如同坐在沙发上出行的感觉，大大提高了骑行时的舒适感。

在设计过程中，下管和座管的角度是本次课题的关键，任何一个角度的变动都会影响到前后轴距的长度和重心的位置。根据前管角度的经验值和人机工程中座椅的尺寸以及自行车车架行业标准，将车架已知尺寸和未知尺寸坐标化，然后行求解计算，计算得出下管和座管的角度分别为 50.1 度和 29.87 度，由于座椅最低高度和人体腿长的平均值是固定的，所以下管和座管长度会自然形成。

随着对自行车尺寸的深入了解，发现自行车车架尺寸上任何一个小变动都会改变自行车的操控性，上百年来试验经验造就了一个很难改变的自行车尺寸结构。所以，本次的新型自行车结构设计仍旧存在着许多改进的地方。虽然自行车的结构设计已经完成，但还没有能对真车进行实际的刚度强度校核。其实去掉躺骑车上和自行车上的通用零件，就只剩下车架和座椅。车架的强度是最为重要的。金属材料做车架，只要刚度够，强度肯定绰绰有余。参考自行车标准。本次课题设计的躺车车架和单梁的自行车相似，完全可以借鉴，应用反向设计求出的车架刚度作为躺车的参考即可。

毕业设计是一次非常难得的机会，可以让自己将学习的理论知识与实际相结合。通过此次毕业设计的锻炼，使得自己的综合运用知识能力和应用技能都得到了提高，同时也提高了查阅文献资料、设计手册、设计规范以、行业标准及电脑制图等其它方面的专业能力水平。

参考文献

- [1] 马中超. 单车巡海. 中国自行车. 2010年第10期: A12页
- [2] 徐莉萍. 自行车与生活. 新世界出版社, 2009: 15页
- [3] 张连桐. 自行车咏叹调. 中国自行车. 2010年第10期: A6页
- [4] 张同. 工业设计资料集. 中国建筑工业出版社, 2007: 110-193页
- [5] 阮宝湘, 邵祥华. 工业设计人机工程. 机械工业出版社. 2005: 43-85页
- [6] 刘观庆. 工业设计交通工具资料集. 中国建筑工业出版社, 2011: 21页
- [7] 马玉峰. CXAX平面与实体造型机械设计. 机械工业出版社. 2007: 175-187页
- [8] 刘鸿文. 材料力学. 高等教育出版社. 1979: 373-388页
- [9] 胡凤兰. 互换性与技术测量. 高等教育出版社. 2005: 59-98页
- [10] 谢里阳. 现代机械设计方法. 机械工业出版社. 2005: 1-5页

附 录

Modular design of bicycle

Now in the many cities, the congestion problem has been a researched focus because it becomes more and more seriously. The mixed traffic of the intersection is one of the most important factors, which cause the traffic system complex. In china, because the bicycle plays an important role in urban traffic, the study on the bicycle microscopic behaviors at the intersection can provide a theoretical basis for improving the capacity and enhancing the security of the intersection. And also it has practical significance for improving the traffic management. In this paper, firstly, the previous studies on the microscopic behaviors of the bicycle are analyzed and reviewed. Secondly, using video cameras, the traffic data are gathered at the typical intersections, and the method of extracting the data is designed, which characterize the behavior of a bicycle based on photographic measurement principle. Then the microscopic behaviors of the bicycle passing on the intersection are analyzed, including the speed distributions of the bicycle, the factors, such as the type of intersection, gender of person and the passing period. The distribution of the accepted gap and lag of bicycle crossing the motor vehicle flow are analyzed, which consider some main factors including the gender of person, the type of motor and whether to stop. Based on the analyzed data results, a probability choosing model describing the behavior of straight-running bicycle passing the right turn vehicle flow is presented, which considers the car types, the rear motor speed and the gap or lag. Finally, based on the Agent theory, a simulation model and program for the signalize intersection are presented, and the behaviors of the bicycles crossing the motor flow are simulated using the software platform NetLogo, the results shows that the probability choosing model of the traversing behaviors is well validated.

Bicycle frame design is the most important and crucial process in bicycle development. As the structure of bicycle frame seems to be simple, it has a low threshold to enter the domestic bicycle design and manufacture business. The domestic manufacturers attach much more importance to earn profit from the manufacturing and managing processes than emphasizing on the quality of the

product, and there is a big gap between the domestic and international levels of bicycle design. As a tool to improve the efficiency and quality of frame design, the bicycle frame CAD system starts to draw more and more attention. The domestic frame CAD systems are generally developed on the basis of 2D design technology. There are some disadvantages in these systems. For example, the dimensions are not parameterized, users have to start over again if one step is wrong, it is difficult to involve frame design knowledge, and design effect can not be displayed in real-time. This thesis studies on the above problems, by using parametric technology on 3D design platform, and the solutions to the above-mentioned problems is provided. Based on the characteristics of parameterized design and key technologies of knowledge based engineering, and specially according to the characteristics of the construction, figure, assembly-parameter of bicycle frame design, the article has achieved repeated using of experiential parameter and knowledge by adopting methods such as automatic reading experiential datasheet, computing parameter by making use of program, manual data-input or modifying and so on. Based on analyzing the characteristics of Rear End design and the associated characteristics with Chain Stay and Seat Stay, different design methods are analyzed in detail, and rapidly assembling of Rear End, Chain Stay and Seat Stay is achieved by using the method of combining top-down-assembly with down-top-assembly method. Based on analyzing special technologies and UDF characteristics, the repeated using of different sectional shapes by using UDF technology on the tube section design is also achieved, and this will greatly shorten the time spent on fixing the dimensions and orientations on sketches. In this study, the author worked together with the group members and developed the bicycle frame CAD system, and was mainly in charge of the Rear frame design. By using the new CAD system, the assembly 2D drawing, which formerly needed 2 days to finish, can now be completed smoothly in only 2 hours.

the further development upon the bicycle CAD system lags behind the increasing popularity of the application of the CAD system in our country. A fast bicycle design system is set up by the further development upon Pro/Engineer using VC++ 6.0 and Pro/Toolkit, which are the further development tools of Pro/Engineer. A method of combining three-dimension modeling technique with parameterized design is used in this system. Fast design of bicycle can be realized by transferring

parts model, modifying model parameter and regenerating parts model in part library through Pro/Toolkit procedure module. First of all, a bicycle is divided into several parts such as front fork, saddle, handlebar and so on through analyzing its configuration and assembling characteristics. Original model of bicycle part is designed to set up bicycle part library through analyzing the shape and function of each part, using the functions of three-dimensional modeling and parameterized design of Pro/Engineer. Secondly, configuration chart of bicycle parameterized design system, reasonable user interface and procedure module of part parameter are designed after researching the method and characteristics of parameterized design of Pro/Engineer. Bicycle design system is set up by realizing the seamless integration between each application procedure module and Pro/Engineer system through Pro/Toolkit interface program design. Part model of using bicycle design is set up through regenerating model in bicycle part library, which avoids repeating work of series model design, enhancing design efficiency greatly. The further development upon the software system will provide a new solution for the application of commercial CAD software to the field of machine design

most of the experiment objects are some specimens and simple structures in mechanical experiment courses. There is a lack of experiments on hyperstatic system supported by many rods. The bicycle rim is one of the most important parts of daily-used bicycle. It can be described as a static undetermined structure supported by many rods in mechanical model. Therefore, this thesis does some research on the mechanical experiment of bicycle rim. This thesis aims at opening one mechanics experiment course of bicycle rim for undergraduate students. Firstly, a reasonable experiment project of bicycle rim is designed. Secondly, analysis of a complexity structure-statically indeterminate model is presented for the rim and the stress and strain of actual bicycle rim is tested and measured using the experimental stress analysis method. Thirdly, the mechanical characteristics of the structures are deduced by comparing the experimental results with the finite element results. The effects on accuracy of the experiment results are also discussed. Therefore, the feasibility of this experiment is validated. The main contents and conclusions of this thesis are listed as follows: 1) A general review on the current research situation of bicycle rim is presented. The scheme and the principle of experiment on bicycle rim with experimental stress analysis method are introduced. 2) The mechanical model of

bicycle rim is established, which is a closed circle rod structure supported by many prestressed rods. The theoretical results which are calculated with mechanics of material method and finite element method of bicycle rim structure are given. 3) The mechanics experiment platform of bicycle rim is established. The strain and displacement of bicycle rim are measured when the spoke are prestressed and unprestressed. 4) The theoretical results and experimental results are compared with each other, and the results show that they agree well with each other, which invalidates the feasibility of the experiment platform and experiment scheme. It also shows that the mechanics model and research method is correct. 5) The source of the experiment errors is analyzed, and the scheme to reduce the errors and increase the accuracy is put forward. All the work that this thesis has done can offer theoretical and experimental guides for realization a new item in mechanic experiment course

With the development of information technology, more and more manufacturers are facing the challenge of globalization. In bicycle industry, the competition is very intensely. The speed of factory's feedback is an important factor for customers to consider. How to catch the customer's needs accurately and quickly, and make the design modification easily, are the main problems for enterprise's development. Developing special software based on a 3-D CAD platform will be a practicable solution to these problems. Based on the investigation of the enterprise's requirements and the development trend of CAD, and oriented secondary development of UG, A framework of professional 3-D CAD system for bicycle frame is design, and some major functions and modules are developed in this paper. The three core issues in the specially oriented bicycle frame CAD designing are formative designing approach, standard parameterized architecture and efficient enquiry of data. Through analyzing the issues carefully, by adopting the knowledge management technology, a bicycle frame design model is given, and the design flow is regulated. Using the dimension-driven principles, a standard template for bicycle frame architecture is summarized, and the CAD models are established. Some databases including parameters, parts, cost checking and stamping dies are developed with Access2000 for querying in this paper. The developed system includes seven parts such as structure parameters design, pipe design, parts assembly, drawings management, cost estimation, querying dies, drafting edit etc. The practices have shown that this system is a good CAD tool for bicycle frame design.

Innovation is considered as one of the most important and challenging process in developing new products. Research on innovation of products and technology has been more and more concerned in many fields home and abroad. In this paper, bicycle innovative design is studied and its simulation software is programmed in order to cultivate the undergraduate students' creative ability and help them to carry on further innovative design. Many fields are involved in this paper, such as innovative thinking science, innovative design method, bicycle design, computer simulation, computer-assisted instruction, etc. At the beginning of this paper, the relative theory of innovative thinking and the theoretical methods of creative design are summarized based on many overseas and domestic literatures. And the main innovative forms of modern bicycle are analyzed. The above introduced lays the theory foundations of bicycle innovative design. And then, bicycle innovative design process is introduced by examples of bicycle frame structure and transmission plan design. According to the principle of bionics and ergonomics, creative exploitation of new bicycle frame is carried out. The proposed human-bicycle modal during normal cycling is established on a five-bar linkage and explicit expressions for the kinematics are derived with mechanical property analysis. On the other hand, the finite element analysis software is used in stress calculation of frame structure to test feasibility of plan design. Furthermore, new type transmission system of bicycle is refereed, where mechanical performance is compared with each other. The idea is brought forward that research on innovative plan design in bicycle transmission system should begin with the analysis of inherence in transmission-mechanisms and relativity between them. In the end, bicycle innovative design system is integrated by the Authorware multimedia authoring software. Five main modules are established. They are development history of innovative design, knowledge of innovative methods, knowledge of plan design in transmission system, dynamic simulation of bicycle frame structure and animation effect demonstration. The last two are developed in depth with VC++ language. Friendly man-machine interactive interface is programmed. Three-dimensional solid modeling with various light effects is completed and its animation display is shown. As a result, the prototype software of bicycle innovation design is worked out which is provided the undergraduate students with study and practice.

The developing tendency of bicycle-design is multiple-variety, few-batch, individuation, responds quickly to the changing of the market. The fore-stage of

bicycle-designation, conceptual design, is the key to the creation and innovation of modular design. Modular design technology was used at the stage of bicycle conceptual design, so as to make the process of bicycle design visual, quickly and individuation. Based on the research of modular design and conceptual design, in allusion to the characteristic of bicycle-design, the bicycle-design system was analyzed and explored. It was discomposed into 3 relatively unaided subsystems: the basic data-base, the bicycles data-base, the joint between the user and the system. Firstly, based on the Pro/Engineer system, the based data-base was established, so that the original Pro/Engineer system was optimized to fit the mechanical standard of china and the requirement of the bicycle-design. Secondly, the structure of bicycle was analyzed and disassembled into several functional modules, so that the bicycle modular data-base was established. Thirdly, a series of interchanging documents were made, based on which every module can be interchanged among different modules. Finally, in the aid of the high-class tools of Pro/Engineer, the joint between the user and the system was founded to make users design indivisualized bicycles with dialog box of parameter.

Individual customization has become an effective approach to satisfying the individual requirements with the development of the Internet. And the performance of individual customization system depends on the structure of product configuration model. There are some disadvantages in the customization models based on product structure and function. Such as the models can't obtain the customer's real requirements and the functions of intellective support and recommendation are scarce in these models. In order to make the customized product match the customer's real individualization better and provide the system with the functions of evaluation and recommendation, this paper focused on the following three studies under the background of the project "Bicycle innovation & design platform". (1) A model with the input based on the Interest orientation was proposed. According to the imported concepts of fittings attribute index and product performance matrix, product performance was quantified. The solution to engineering configuration corresponding to interest requirement was found with the analytic hierarchy process and matrix theory. An example of comparing between two bicycles was given, with changing the interest orientation requirement the bicycle with better performance changed between that two, which proved the model effective. (2) Genetic algorithms were used in the

model to improve precision and efficiency of the calculation. According to the characteristics of the model, the representation and the initial scheme of algorithm were established. And every arithmetic operator of genetic algorithms was defined associating some cases. Numerical experimentations proved the superiority of algorithm. (3) Under the systematic structure of the bicycle innovation & design platform, a bicycle individual customization system based on interest orientation model was developed.

自行车模块化设计

目前日益严重的城市交通拥挤已经成为了研究的热点,交叉口的混合交通现象是造成交通系统异常复杂的一个重要原因,考虑到自行车在我国城市交通中占有重要的位置,因此对交叉口的自行车微观行为进行研究可以为提高交叉口通行能力和安全水平提供理论依据,对提高交通管理水平有现实意义。基于此,本文首先对自行车基本微观行为和交叉口穿越特性进行总结分析,制定出研究技术路线,应用视频采集方法在早高峰时段对典型十字路口进行了数据采集,采用摄影测量法设计出析取各类表征自行车行为特性数据的方法。其次利用 SPSS 统计分析和相应统计分析方法对自行车在交叉口内的微观行为数据进行分析,结果表明自行车穿越交叉口的速度服从正态分布;交叉口类型、自行车通过交叉口所处的绿灯时期对自行车速度有较为显著的影响;自行车穿越机动车的接受间隙和接受延时服从正态分布;性别、前车类型和自行车在穿越前是否停车对接受间隙和接受延时无显著影响,后车类型对两者有影响。通过对自行车在交叉口微观运行特性分析,建立和验证考虑了后车类型、后车速度和间隙或延时的交叉口内直行自行车穿越右转机动车的概率选择模型和延时选择模型。最后,基于 Agent 理论对信号交叉口内的交通个体进行了仿真建模,运用 NetLogo 仿真平台编制相应程序,模拟了自行车穿越机动车时的行为,仿真实验表明穿越行为的概率选择模型的合理性。

自行车车架设计是自行车设计中最重要和关键的环节。自行车车架看似简单,因而造成国内设计、制造进入门槛要求低,生产厂家不注重产品品质,而主要在制造及管理过程中追求利润,在设计上与国际水平还有着较大的差距。车架 CAD 系统,作为提升车架设计效率和质量的手段,也就开始受到重视。目前,国内车架设计以及自行车 CAD 系统一般都是在二维平台上进行,其设计存在尺寸不能参数化、前一步设计调整则后续步步修改、车架设计知识不能很好地和 CAD 系统融合起来、设计效果不能实时显示出来等缺陷。本文就上述问题进行了较深入的研究,并在三维设计技术的基础上,采用了基于知识的参数化设计技术,较好地解决了这些问题。在探讨了参数化设计技术特点和知识工程关键技术的基础上,针对自行车车架设计中的结构、形状、装配参数特点,分别采用了读入经验数据表、参

数程序求解、手工录入或修改方法实现车架设计经验参数和知识的重复利用;在分析自行车后叉片设计特点及与平、立叉的关联特性的基础上,对不同的设计方案进行了详细分析,并采用自顶向下和自底向上相结合的方法,实现了后叉片的快速装配定位与平、立叉设计相关联;在分析了特征技术和 UDF 特点的基础上,将 UDF 用于管件截面的设计上,使各种截面形状能不断重复利用,大大节省了约束草图尺寸和位置的时间。基于上述研究工作,作者与课题组其他研究人员合作开发了自行车车架 CAD 系统,并主要负责了车架后三角部分的设计和研发,使自行车车架设计工作从原来使用二维 AutoCAD 需两天时间到目前的只需两个小时就能出二维图纸,取得了良好的效果。

针对当前我国 CAD 技术应用日益普及和推广,而自行车 CAD 二次开发相对落后的现状,本文利用 Pro/Engineer 提供的二次开发工具 Pro/Toolkit 和 Visual C++6.0 的集成开发环境,对 Pro/Engineer 进行二次开发,建立了一个快速的自行车设计系统。该系统采用三维造型技术与参数化设计相结合的方法,通过 Pro/Toolkit 应用程序设计模块,进入自行车零件模型库,对零件模型进行调用、修改、再生等操作,从而实现自行车产品的快速设计。首先,在对自行车的结构及其装配特点进行分析的基础上,将自行车拆分成车架、前叉、车把等部分。通过对自行车各部分零件的构型和功能分析,优化零件结构,并利用 Pro/Engineer 的三维建模和参数化功能,设计初始零件模型,建立自行车零件模型库。其次,在研究了 Pro/Engineer 零件参数化设计方法及其特点的基础上,建立自行车参数化设计的系统结构框图,设计合理的人机交互界面,开发零件参数化设计的程序模块。通过 Pro/Toolkit 接口程序设计,实现各个应用程序模块与 Pro/Engineer 系统的无缝集成,建立自行车设计系统。由于进行自行车设计时的零件模型是通过调用自行车零件库中的模型再生得到的,避免了设计系列化零件模型的重复劳动,提高了设计效率,使得自行车设计更为方便快捷。同时,该软件系统的开发为商用 CAD 软件在机械设计领域的应用研究提出新的途径。

例如在当前的工程力学实验教学中,多数实验对象为单一的杆件或者简单的构件,缺乏对超静定多杆件系统的力学实验项目。车圈结构是日常普遍使用的自行车中的重要部件,力学上可以抽象为由封闭圆环和多根预应力拉杆组成的超静定结构。因此,本文对自行车车圈结构的力学实验进行了研究。本文以为本科生

开设车圈结构力学实验平台为应用目标,设计自行车车圈合理的实验方案,利用实验应力分析方法测试车圈结构的受力和形变,将得到的实验结果与理论计算和有限元计算的结果相比较,从中得出车圈结构的力学性能特征,同时分析了影响实验精度的各种因素,验证了其作为教学实验的可行性。具体而言,本论文的主要研究内容和结论如下:1)系统论述了国内外对车圈结构研究的现状,介绍了采用实验应力分析方法测试车圈结构的实验方案和实验原理;2)建立了以封闭圆环和多根预应力拉杆所组成的车圈结构的力学模型,分别采用力法和有限元法,完成了对车圈结构的理论研究,并给出了车圈结构上测量点的应变和变形的理论预测值;3)建立了车圈结构的力学实验平台,在车圈钢丝无预紧和均匀预紧的条件下,实际测量了车圈结构的静力变形和观察点的应变;4)对比理论预测与实验测量结果发现,理论与实验结果具有较好的一致性,从而证实了该实验平台和实验方案的可行性,也说明了所采用的力学模型和分析方法的正确性;5)文中还分析了实验误差的来源,提出了减小实验误差,提高精度的改进方案。以上研究,为开设一项新型的车圈结构的力学实验教学项目打下理论和实验基础。

随着信息技术的发展,大部分制造企业面临着市场全球化的挑战。在自行车行业,国内外的竞争非常激烈,生产厂商的反应速度往往会成为客户考虑的重要因素,如何真实迅速地反映客户需求,设计易于修改的产品,成为困扰企业发展的主要问题之一。在通用三维 CAD 软件平台上开发专用的自行车软件成为解决上述问题的选择之一。本文在充分调研企业需求的基础上,结合国内外 CAD 发展的趋势,研究了基于 UG 系统的 CAD 软件的二次开发,设计了专用三维车架 CAD 系统的总体框架,并完成了部分主要功能模块的开发。规范的设计流程、标准的参数结构和快速的数据查询是专用车架 CAD 设计的核心问题。作者通过仔细的研究和分析,引入知识管理技术,给出了基于知识管理技术的自行车车架设计模型,规范了设计流程;结合尺寸驱动原理,归纳了标准的车架结构模板,建立了 CAD 模型;采用 Access2000,设计了经验参数数据库、零部件数据库、成本数据库和模具数据库,有效地解决了以上三个方面的主要问题。本系统主要包括结构参数设计、管件设计、零部件装配、图档管理、工艺成本核算、模具查询、工程图设置等七大模块。实践表明,该系统的运用,极大地提高了自行车车架的设计水平和效率。

在新产品的开发与研制中,创新的作用举足轻重且极富挑战性。国内外越来越

越多的研究人士已将目光投向产品创新与技术创新这一领域。本文以自行车创新设计为研究对象,开发了相应的创新设计仿真软件。该软件的研制目的是供大学生学习和使用,培养他们的创新精神和创新设计的能力。本文的研究内容涉及创新思维科学、创新设计理论、自行车设计、计算机仿真及计算机辅助教学等领域。在阅读和检索国内外大量文献的基础上,本文首先归纳了相关的创新思维和创新设计的理论及方法,分析了现代自行车的主要创新形式,为自行车创新设计奠定了理论基础。然后,论文以车架造型和传动方案设计为例,介绍了自行车创新设计过程。从人机工程学的角度,研究了自行车车架造型的创新设计,其内容一方面,利用人与自行车系统的五连杆机构数学模型,辅以力学分析的方法进行运动仿真;另一方面,借助有限元分析软件对车架进行应力计算,以验证其设计方案的可行性。在介绍了自行车的几种新型传动方式,并进行性能对比之后,本文提出应从分析传动机构内在机理及机构间的相关性入手,来研究自行车传动系统的创新方案。最后,本文利用 Authorware 多媒体软件对自行车创新设计过程进行系统集成,建立了五个主要的功能模块:创新设计发展史,创新方法知识,传动系统方案设计知识,车架造型设计动画仿真和动态效果演示。并针对后面两个模块,以 VC~(++)为平台进行了较为深入地开发,建立了友好的人机交互界面,对三维实体模型进行了光照演示与动画处理,编制了一个可供大学生学习和使用的自行车创新设计仿真软件原型。

模块化设计技术的特点是开发周期短、快速响应市场变化。自行车设计的早期阶段即概念设计,是模块方案创建和创新的关键。本文把模块化设计的技术应用于自行车的概念设计阶段,使自行车的设计过程可视化、快速化、个性化,达到了预期的目的。本文在研究模块化设计和概念化设计的基础之上,针对自行车设计的特点,探讨了自行车的模块化概念设计的理论和实现。分析了自行车模块化概念设计系统的结构,并把该系统拆分成 3 个相对独立的子系统:基础数据库、自行车模块化数据库、用户交互接口。首先,在 Pro/Engineer 平台上创建与之链接的基础数据库,把 Pro/Engineer 的设计平台优化成为适合中国机械标准和自行车设计要求的界面。其次,分析了自行车的结构,对自行车进行功能模块的拆分,创建了自行车模块化数据库。再次,创建了一系列互换功能文件,使自行车的每个功能模块内部都有不同的模型可进行互换设计。最后,应用 Pro/Engineer 的开发

工具开发了用户交互接口,使用户能够在参数的对话框界面上选择设计个性化的自行车。

随着网络的普及,个性化定制已成为满足客户个性化需求的有效途径之一,而应用于定制系统的产品配置模型结构决定着定制系统性能。目前基于产品结构树、功能树的配置模型存在着需求模型不能准确获取用户需求、缺乏辅助决策和知识支持功能,需求模型到配置结果模型转换缺乏有效的评价机制等问题。为了使定制产品更加贴近客户真实的个性需求,并使系统具备对产品配置进行评估、辅助决策的功能,本文以“自行车产品创新设计平台”项目为背景,完成了以下几方面工作。(1)建立了以用户对产品性能的兴趣取向为输入的配置模型。引入了零件性能指数、产品性能矩阵对性能进行量化。使用层次分析法和矩阵理论设计了求解与兴趣需求对应的工程配置集合的方法。并以不同兴趣需求下两种自行车产品性能优劣对比分析为例,通过综合性能指数的计算验证了模型的合理性。(2)将遗传算法引入模型,提高了配置求解的计算速度和计算精度。针对兴趣取向配置模型的求解特点确定了遗传算法的表示方案、算法描述以及初始方案,结合实例描述了各种算子的定义,并用实例验证了算法有效性。(3)在已构建的自行车创新设计数据管理集成平台系统框架下,开发了基于兴趣取向配置模型的自行车个性化定制系统。

致 谢

时光如白马过隙，随着毕业设计的结束，四年的大学生活也即将画上句号。回忆这四年，闭上眼睛，可以瞬间浮现大一第一天来到这里的记忆，每一个场景细致可触。睁开眼睛，离开耿丹的最后一天，却已经近在眼前了，每一刻时光都心有留念。

大学的四年时间，我从高中时代一点点长大，老师们在学习、生活上给予了无私的帮助和教诲。同学间互相帮助，特别是学机械的男生很多都住在一起，大家就像一家人一样。现在离别在即，想对身边的同学、朋友、老师、食堂的大厨……所有我所认识与不认识的人，对校园里的花草树木、错落有致的高楼矮房……对这一切的一切说声谢谢！四年，我们一起演绎了这五百亩土地的电闪雷鸣，一起体味这两百多个礼拜的悲欢离合。相聚是缘，泪痕与汗渍、辛酸与甜蜜、浅薄与深沉，都融入这方寸之地，散落于每一个角落，不分彼此。我欣慰地知道，多年以后这里依然会到处充盈着我的气息，承载着我的青春岁月，对此我满怀感激。

在毕业课题的设计和撰写过程中，李永军老师作为我的指导老师，从机电维修到设计过程方法一点点指引我进行设计，特别是介绍设计思路与设计过程、定位时细心指导、热忱鼓励，在实际设计中共同研究、探讨。与此同时，对于细节问题，李老师又放手让我创新，发挥自己的想象。在设计过程中，李师多次校对论文设计，细节也严格要求，不放过任何问题。在此特向李永军老师致以衷心的感谢！向他无可挑剔的敬业精神、严谨认真的治学态度、深厚的专业修养和平易近人的魅力表示深深的敬意！同时感谢许树勤老师、赵建琴、季亚军老师、刘卫华老师、安育红老师、朱燕丛老师、张进老师等机械工程系所有老师几年来对我的栽培和教育，是你们教会我长大。

“不积跬步无以至千里”，这次毕业论文能够最终顺利完成，归功于各位老师四年间的认真负责、谆谆教诲，使我能够很好的掌握专业知识，并在毕业论文中得以体现。也正是你们长期不懈的支持和帮助才使得我的毕业论文最终顺利完成。最后，我向北京工业大学耿丹学院机械工程系的全体老师们再次表示衷心感谢：谢谢你们，谢谢你们四年的辛勤栽培！